

THESIS

München

1968

BLOCKADE DER ALPHA-WELLEN DES EEG
BEI AKUSTISCHEN REIZEN
GEWÖHNUNGSVORGÄNGE
BEI DER BLOCKADEREAKTION

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
MEDICAL CENTER
STANFORD, CALIF. 94305

Dorothea Lewes



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DER NERVENKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Komm.Direktor: Prof. Dr. Max Kaess

BLOCKADE DER ALPHA-WELLEN DES EEG
BEI AKUSTISCHEN REIZEN
GEWÖHNUNGSVORGÄNGE BEI DER BLOCKADEREAKTION

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Dorothea T e w e s

aus Passau

München 1968

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv.Doiz.Dr. Johann Kugler

Mitberichterstatter: Prof.Dr. Max Kaess

Dekan: Prof.Dr. Fritz Holle

Tag der mündlichen Prüfung: 31.7.1968

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINLEITUNG	4
V E R S U C H I	
1. Problem	6
2. Methode	8
3. Material	9
4. Resultate	9
5. Diskussion	11
V E R S U C H II	
1. Problem	13
2. Methode	13
3. Material	16
4. Resultate	16
5. Diskussion	21
ZUSAMMENFASSUNG	25
LITERATUR	27

E I N L E I T U N G

Es ist wenig wahrscheinlich, daß zum Erklären geistiger Funktionen Voraussetzungen gemacht werden müssen, die über den Bereich der exakten Naturwissenschaften hinausgehen. Der Vergleich technischer Systeme mit organischen Systemen läßt immer wieder dieselben Möglichkeiten und Unmöglichkeiten in beiden Bereichen erkennen. Für die rationale Analyse geistiger Vorgänge kam die Kybernetik zu der These, daß psychische Vorgänge aus der Anordnung und physikalischen Wechselwirkung der Teile des Organismus im Prinzip erklärbar seien. Wobei physikalisch, außer Physik im engeren Sinne, alle exakten, im Prinzip qualifizierbaren Naturwissenschaften einschließt. In Analogie zu technischen Systemen sucht die Kybernetik zunächst bei der Deutung psychischer Funktionen nicht nach Substanzveränderungen, sondern nach "Signalen" im Nervensystem (STEINBUCH - 22).

Obwohl die Potentialschwankungen des Alpha-Rhythmus als eine der auffälligsten hirnelektrischen Tätigkeiten der Großhirnrinde des gesunden Erwachsenen seit Beginn der Elektroencephalographie bekannt sind, ist ihre Deutung bzw. Bedeutung für die Funktion der Großhirnrinde umstritten. ROHRACHER (19, 20) versuchte in den Jahren 1935 bis 1937 die Alpha-Aktivität als ein Begleitphänomen nutritiver Zellprozesse zu deuten und sie mit einer Erholungsphase der Hirnrinde in Zusammenhang zu bringen. Dieser passiv "materiellen" Deutung stellt GREY WALTER (12) unter dem Blickpunkt kybernetischer Vorstellungen eine aktiv "funktionelle" gegenüber. GREY WALTER erklärt die Alpha-Aktivität als einen Abtastmechanismus (scanning

mechanism), als ein Suchen nach einem Muster, das nachläßt bzw. erlischt, wenn ein Muster gefunden wurde. In Analogie zu den Abtastvorgängen technischer Systeme scheint ihm gerade der rhythmische Charakter der Alpha-Aktivität ein Zeichen des unaufhörlichen Suchens. Im Hinblick auf diese kybernetische Theorie der Alpha-Tätigkeit haben wir mehrere Versuche zum Erfassen der Alpha-Wellenblockade bei akustischen Reizen durchgeführt.

V E R S U C H I

P r o b l e m

Die physiologische Blockade des Alpha-Rhythmus bei visuellen Reizen ist seit BERGER bekannt. Er beobachtete sie schon bei seinen ersten Ableitungen auf einem Spiegelglavanometer: wenn der Proband die Augen öffnete, verschwand der Alpha-Rhythmus. Uns interessiert hier, welchen Regeln die auditive Blockade folgt. Anders ausgedrückt: trifft der Abtastmechanismus für das Erfassen von Reizmustern akustischer Art auch zu?

Während diese Blockade als unspezifisches, generalisiertes Begleitzeichen der Reizperception aufzufassen ist, ist die scharfe Vertexwelle eine örtliche Reizantwort, ein ausgelöstes Potential (evoked reponse). Sie wurde schon 1939 von DAVIS (3, 5) als "On-Effect" beschrieben. Erneut wurde die Vertex-Welle von GASTAUT, BANCAUD et al. (9) 1953 untersucht. Das Ergebnis war, daß sie ziemlich inkonstant und schwer erkennbar im Wachzustand auftrat. Bei Schläfrigkeit ist die Reaktion auf akustische Reize deutlicher. So verwundert es auch nicht, daß Vertexpotentiale spontan und gehäuft im B₂-Stadium des Schlafes auftreten.

Eine neuere Arbeit 1966 von H.DAVIS, MAST, YOSHIE, ZERLIN (4) beschäftigt sich mit der langsamen Vertexwelle im Wachzustand. Diese Untersuchung wurde erst durch Spezialcomputermethoden möglich, die einen Durchschnittswert vieler Reizantworten aufzeichnen lassen. Weitere Untersuchungen über "evoked responses" sind von A.L.TOWE (23) beschrieben. Er stellt fest, daß es durch künstliche Rei-

zung eines sensorischen Organes, eines sensorischer Nervens oder eines thalamischen Relaiskernes zu einem sehr großen diphasischen Potentiale kommt, das auf die sensorische Hirnrinde beschränkt ist.

Wir haben keine spezifisch ausgelösten Potentiale (evoked reponses), sondern die unspezifische Reaktion des gesamten Cortex auf einen akustischen Reiz, die auditive Blockade, untersucht. Einzelne Reize rufen in den langen, aufsteigenden sensorischen Bahnen Potentiale hervor. Über Kollateralen erreichen diese die formatio reticularis im Mittelhirn (BREMER - 1, 2). Vermutlich verarbeitet dieses System gewisse einfließende Reize in unspezifischer Weise und versetzt dadurch die Hirnrinde in einen erhöhten Erregungszustand oder Alarmbereitschaft (alerting system). Dieser allgemein erhöhte Erregungszustand im retikulären System führt zu einer Desynchronisation der elektrischen Hirntätigkeit (MAGOUN, GLEES - 16, 11).

Bei der Untersuchung der auditiven Blockade gehen wir von folgender Beobachtung von KUGLER (15) aus: von der Occipitalregion einer Versuchsperson war ein gut ausgebildeter Alpha-Rhythmus abzuleiten. Bei Einsetzen eines 16 Hz-Tones kam es zu einer Verringerung der Amplitude, beim Umschlag in einen 1600 Hz-Tön zur vollständigen Blockade der Alpha-Tätigkeit. Die Frage war nun, wie verändert sich das Kurvenbild bei Erkennen eines akustischen Musters? Schließen wir uns der Ansicht von GREY WALTER (12) an, der die Alpha-Tätigkeit als einen Abtastmechanismus betrachtet, der nachläßt, wenn ein Muster gefunden wurde, so war folgende Hypothese zu prüfen: kommt es bei Erkennen eines akustischen Musters zu einer Desynchronisation? Bzw. kommt es zu keiner Desynchronisation, wenn ein akustisches Muster "übersehen" worden ist, d.h. ein Fehler gemacht wurde?

M e t h o d e

Wir führten akustische Reizversuche an Studenten oder Angehörigen des Labors durch. Die Probanden lagen bequem in einem ruhigen Raum mit geschlossenen Augen. Als EEG-Aufnahmegerät stand ein Apparat der Fa. SCHWARZER mit 16 Kanälen zur Verfügung. Die Aufnahmen wurden mit einem Papiervorschub von 15 mm/sec registriert. Die ersten 8 Kanäle waren durch Ableitungen der Longitudinalreihen der beiden Hemisphären besetzt. Auf Kanal 9 war ein Tonband, das die akustischen Reizmuster speicherte, über die Kopfbrause an das Gerät angeschlossen. Über Kanal 10 wurden die Impulse eines einfachen Drückers aufgezeichnet. Kanal 11 zeichnete die Atmung, Kanal 12 das EKG auf. Die Ableitungselektroden für Kanal 13, 14 und 15 bildeten eine gezackte Linie über der Occipitalregion, um bei Versuchspersonen mit flacher Alpha-Aktivität den Alpha-Rhythmus deutlicher darzustellen.

Zu Beginn des Versuches wurde einige Minuten in völliger geistiger und körperlicher Entspannung abgeleitet. Um festzustellen, ob das EEG der Versuchsperson dem responsiven oder persistierenden Alpha-Wellentyp zugehört, wurde der Lidschlußeffekt geprüft. Dabei wurde beobachtet, ob ein bestehender Alpha-Rhythmus bei Öffnen der Augen zum Verschwinden kam und bei Lidschluß wieder auftrat. Der eigentliche Versuch begann mit dem Anschalten des Tonbandes. Dieses Tonband trug eine gespeicherte Geräuschkulisse, die durch einen Phonostimulator, dessen Frequenz variabel war, erzeugt war. Dieser Geräuschhintergrund war mit dem akustischen Zeichen, willkürlich auftretenden "Clicks", überspielt worden. Aus dieser Folge von "Clicks" sollte ein bestimmter Dreierhythmus als akustisches Muster erkannt werden. Als Bestätigung des Erkennens sollte der Drucker betätigt werden. (Siehe Aufgabenschema)

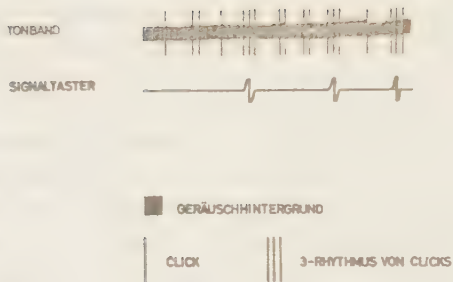


Abb. 1 Aufgabenschema zu Versuch I

Material

Es stehen uns die Aufzeichnungen von 18 Erwachsenen zur Verfügung. Davon 8 weibliche und 10 männliche Probanden im Alter von 23 bis 41 Jahren.

Resultate

Das EKG und die Atmung zeigten keine charakteristischen Veränderungen. Von den 18 Versuchspersonen gehören 15 dem R-Typ (dem visuell-responsiven Typ), 2 dem M-Typ (Minus-Typ, nur eingestreute Alpha-Wellen sind vorhanden, keine eigentliche Alpha-Aktivität) an. Ein visuell persistierender Typ (P-Typ) war bei der Gruppe unserer Versuchspersonen vorhanden; die Versuchsperson hatte die rhythmische Alpha-Tätigkeit statt über der Occipitalregion über den vorderen Hirnpartien. Diese "alphoiden" Wellen (nach SESSIONS-HODGE), auch My-Rhythmus genannt, zeigten keine

visuelle Blockade. Eine Desynchronisation trat jedoch bei Betätigen des Druckers auf. Bei einigen Versuchspersonen trat eine Alpha-Blockade zu Beginn des Versuches, d.h. bei Anschalten des Tonbandes, auf. Eine regelmäßige Blockade nach den einzelnen Reizen trat nicht ein. Nur das Einschalten des Dauertones ergab Blockade. Die Blockade erfolgte auf die viel leisere Geräuschkulisse, die lange anhielt, jedoch nicht auf die lauten, kurzdauernden Einzelreize (Abb. 2).

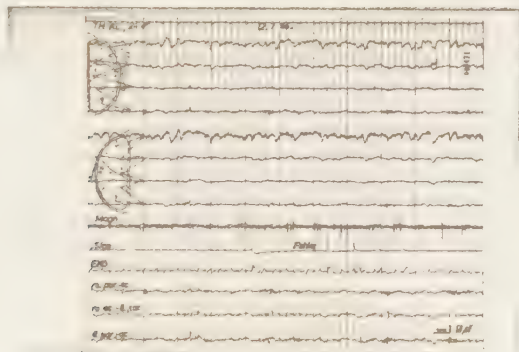


Abb. 2 (TH. Kl., 24 a, Bl.Nr. 5671)

Während der akustischen Blockade wechselnde Alpha-Tätigkeit. In diesem Fall ist tatsächlich bei einer fehlenden Reaktion (Ausbleiben des Tastersignals nach 3 rhythmischen Reizen) eine Serie von Alpha-Wellen vorausgegangen, doch gibt es Alpha-Wellenserien vor Reizgruppen, die richtig beantwortet wurden.

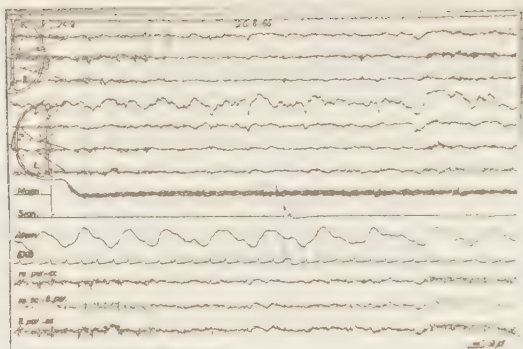


Abb. 3 (WI. Ir., 24 a, Bl.Nr. 8960)

Die Kurve zeigt nach Einschalten des Tonbandes mit der akustischen Reizserie bei vermehrter Aufmerksamkeitszuwendung die Blockade der occipitalen Alpha-Tätigkeit. Nach drei rhythmischen akustischen Reizen Betätigen des Signaltasters. Die Betätigung des Signaltasters erfolgt sowohl während der initialen Alpha-Wellenblockade, als auch nach Reaktivierung der Alpha-Wellen bei geschlossenen Augen fehlerfrei.

D i s k u s s i o n

So einleuchtend nun die Möglichkeit wäre, daß das Erkennen des Dreierhythmus zu einer Blockade führt, und ein Fehler mit persistierender Alpha-Tätigkeit einhergeht, konnte unser Versuch doch keine eindeutige Zuordnung erbringen (Abb. 3). Auch für das Vegetativum stellte die Versuchsanordnung keine besondere Belastung dar. Eine Alpha-Blockade als Antwort auf einfache akustische Reizmuster findet nicht statt. Aus einer Arbeit von WELLS und WOLF (26) geht jedoch hervor, daß ein akustischer Reiz dann zu einer Desynchronisation führt, wenn

er als bedingter Reflex gebahnt wurde: folgt auf einen akustischen Reiz im Abstand von 1 Sekunde ein optischer Reiz, so tritt nach einer gewissen Zeit der Bannung die Blockade nicht erst beim optischen Reiz, sondern bereits beim akustischen Reiz auf. Die nun verfrüht auftretende Blockade ist nun sicher keine visuelle Blockade, sondern vielmehr eine auf geistiger Tätigkeit beruhende, die man als Blockadereaktion infolge einer Aufmerksamkeitszuwendung bezeichnen könnte. Die Ausbildung einer bedingten Reaktion im EEG wurde erstmals von JURUP 1935 (7) beobachtet. Beobachtungen folgten von PCPOV (18) 1956 und GASTAUT (8, 9) 1957. Die Initialblockade bei unserem Versuch spricht ebenfalls für eine Desynchronisation, die durch Aufmerksamkeitszuwendung bzw. durch Konzentration oder Bereitschaft dazu, hervorgerufen wird.

V E R S U C H I I

P r o b l e m

In einem weiteren Versuch wurde untersucht, wie sich die Aufmerksamkeitslage während einer Versuchsperiode ändert und wie sie in Relation zur Fehlerquote steht. Die Versuchsbedingungen wurden erschwert. Das war nötig, da Versuch I uns zeigte, daß nur sehr selten ein Fehler gemacht wurde. Das könnte besagen, daß die an die Versuchspersonen gestellten Anforderungen so gering waren, daß nur eine sehr geringe Aufmerksamkeitszuwendung notwendig war; um eine klare Relation von Fehler zu Kurvenbild zu bekommen, mußten mehr Fehler herausgefordert werden. Die neue Versuchsanordnung sollte dazu dienen, die zeitliche Dauer der Blockade bei geistiger Tätigkeit besser zu erfassen.

M e t h o d e

Der Versuch fand in demselben Raum wie Versuch I statt. Die Versuchspersonen waren nicht weiter über Sinn und Zweck unterrichtet, sie bekamen lediglich ihre Aufgabe. Als Aufnahmegerät wurde wiederum ein Gerät der Firma SCHWARZER mit 16 Kanälen benutzt. Kanal 1-8 waren mit den Ableitungen der Longitudinalreihen besetzt. Kanal 9 stand für den Anschluß des Tonbandes zur Verfügung. Kanal 10 für die Sprechschwingen der Versuchsperson über ein Kehlkopfmikrophon. Kanal 11 und 12 sollten Veränderungen im EKG und in der Atmung darstellen. Kanal 16 war für einen Integrator vorbehalten. Die Papiergeschwindigkeit betrug

30 mm/sec.

Zunächst wurde einige Minuten lang in völliger körperlicher und geistiger Ruhe abgeleitet. Wiederum beginnt der eigentliche Versuch mit dem Anschalten des Tonbandes. Das Tonband war in unsystematischer Reihenfolge mit 200 einsilbigen Zahlen von 1-12 (die Zahl sieben wurde wegen ihrer Zweisilbigkeit ausgelassen) besprochen. Der Abstand zwischen den einzelnen Zahlen betrug 1 Sekunde, zum Abspielen der 200 Zahlen wurden 3 Minuten und 20 Sekunden benötigt. Aufgabe der Versuchspersonen war es nun, die vom Tonband ertönenden Zahlen nachzusprechen. Bei Test 1 war die Versuchsperson im Nachsprechen gegenüber dem Tonband um 1 Zahl in Verzug (s.u. "Aufgabenschema"). Wenn vom Tonband die erste Zahl kam, mußte sich der Proband diese merken und bei der zweiten die erste wiedergeben und die zweite erfassen, die er wieder bei Hören der dritten laut nachsprechen sollte, bei der vierten die dritte und so fort. Sodann wurde im Abstand von ca. 1 Minute Test 2 durchgeführt. Bei Test 2 betrug der Verzug der nachgesprochenen Zahlenreihe nicht eine, sondern 2 Zahlen. Dadurch wurden die Anforderungen an die Merkfähigkeit gesteigert; Test 2 war schwieriger als Test 1. Der Proband setzte demnach mit dem Wiederholen der Zahlenreihe erst bei Zahl 3 mit der ersten ein. Im weiteren Abstand von ca. 1 1/2 Minuten nach Ende von Test 2 folgte Test 3. Test 3 steigerte sich analog, so daß der Proband sich 3 Zahlen merken mußte, ehe er bei Zahl vier mit der ersten beginnen konnte. Die gesamte Zeitdauer von Beginn der Ableitung des EEG bis zu Test 1, Pause, Test 2, Pause, Test 3, Abschluß, betrug ca. 26 Minuten. Die Auswertung erfolgte nach folgender Methode: eine Liste enthielt die Reihenfolge der Zahlen auf dem Tonband (Abb. 3). Auf dieser Liste wurden die Zahlen ausgestrichen, die von der Versuchsperson richtig angegeben wur-

Aufgabenschema:

Test 1

Tonband	2	5	3	8	1	4	11	6	5	10	9	2	5	.	.	.	.
Proband	2	5	3	8	1	4	11	6	5	10	9	2	5	.	.	.	.

Test 2

Tonband	2	5	3	8	1	4	11	6	5	10	9	2	5	.	.	.	.		
Proband	-	-	2	5	3	8	1	4	11	6	5	10	9	2	5	.	.	.	.

Test 3

Tonband	2	5	3	8	1	4	11	6	5	10	9	2	5	.	.	.	.			
Proband	-	-	-	2	5	3	8	1	4	11	6	5	10	9	2	5	.	.	.	.

M a t e r i a l

Es standen uns die polygraphischen Kurven von 10 erwachsenen gesunden Versuchspersonen zur Verfügung (Alter: 23 bis 41 Jahre).

R e s u l t a t e

Von den 10 getesteten Personen zeigten 9 eine eindeutige Blockade, die bei Einschalten des Tonbandes bei Test 1 des Versuches auftrat und bei jeder Person unterschiedlich lang war.

Bei Beginn von Test 2 des Versuches nahm die Dauer dieser Initialblockade in 8 Fällen erheblich ab oder schwand gänzlich. Nur 1 Person zeigte eine längere Blockade als in Test 1.

Bei Test 3 des Versuches bleibt bei 2 Personen die Initialblockade gleich lang, bei 5 Personen ist eine Abnahme

der Dauer bzw. gar keine Initialblockade zu verzeichnen, während 2 Personen eine Zunahme der Dauer der Blockade zeigen. Die Dauer der Blockade nahm von einem Test zum anderen bei 8 Personen ab und bei 2 Personen zu (Abb. 5, Abb. 6).

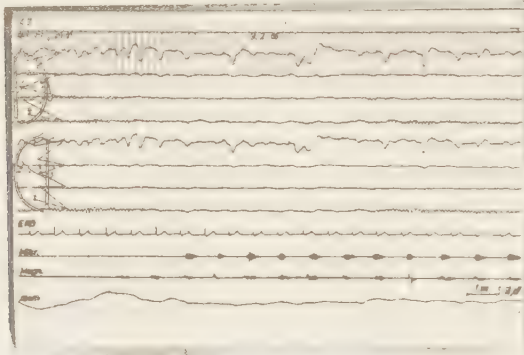


Abb. 5 (BA. Fr., 24 a, Bl.Nr. 29 302, Test 2)

Die Kurve zeigt nach verbaler Reizung ein langsames Ausklingen der Alpha-Tätigkeit, sodann mit Einsetzen der Testantworten eine länger anhaltende Alpha-Wellenblockade, jedoch im weiteren Verlauf wieder reaktivierte Alpha-Tätigkeit bei unveränderter und richtiger Durchführung des Testes (Initialblockade).

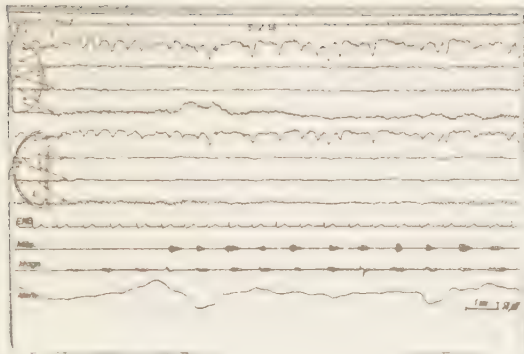


Abb. 6 (BA. Fr., 24 a, Bl.Nr. 29 332, Test 3)

Eine anfängliche Blockade erst längere Zeit nach Beginn der verbalen Testserie; richtige Testantworten. Später trotz fehlerfreier Fortsetzung des Testes reaktivierte Alpha-Tätigkeit. (In einem weiteren Versuch fehlte jegliche Initialblockade bei der gleichen Versuchsperson.)

Es wurde die Relation von Blockadedauer zu Fehlerzahl untersucht. Nach jeweils 10 Fehlern wurde die mittlere Blockadedauer errechnet und in das Koordinatenkreuz eingetragen. Auf der Ordinate ist die mittlere Blockadedauer, auf der Abzisse die Fehlerzahl aufgetragen. Der Kurvenverlauf von Test 1 zeigt in 7 von 10 Fällen eine exponentielle Kurve, in 2 Fällen eine gewellte, in 1 Fall einen geraden Strich. Die Blockadedauer wird im allgemeinen im Verlauf des Versuches geringer (Abb. 7). Die Kurven von Test 2 und 3 verlaufen auf einem erniedrigten Blockadeniveau. Die labilen Kurven, d.h. die wellig verlaufenden Kurven, zeigen die Abstufung nicht deutlich. In Test 2 ist ein exponentieller Abstieg der Kurve kaum

mehr sichtbar (Abb. 8). Wo er zu Beginn der Kurve angedeutet ist, verschwindet er bald und die Kurve geht in einen geraden Strich über, der auf einem Blockadeniveau verläuft. Der Sprung der mittleren Blockadedauer ist wesentlich deutlicher von Kurve 1 zu Kurve 2 als von Kurve 2 zu Kurve 3 (Abb. 9). Kurve 3 liegt nur knapp unter Kurve 2 und zeigte ebenfalls einen nahezu strichförmigen Verlauf. Ein Fall liegt vor, der eine umgekehrte Abstufung hat. D.h., Kurve 1 befindet sich auf dem niedrigsten Blockadeniveau, Kurve 3 auf dem höchsten.

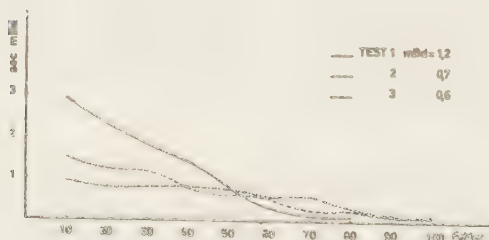


Abb. 7 Mittelwerte der mBd von 10 Versuchspersonen

mBd = mittlere Blockadedauer während eines Testes

(Mittelwerte bei Test 3 nur von 8 Versuchspersonen)

TA. Li., 23 a

10.3.65.

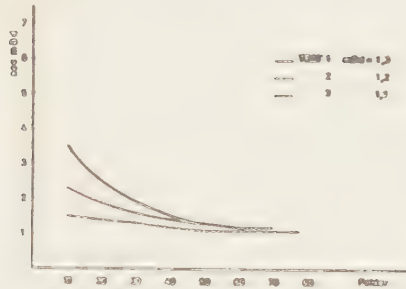


Abb. 8 (TA. Li., 23 a)

Der exponentielle Kurvenverlauf in Test 1, 2 und 3 zeigt ein Nachlassen der mittleren Blockadedauer während jedes einzelnen Testes, was ein Zeichen der Gewöhnung an die Testaufgabe darstellt.

RI. Be., 26 a

17.3.66.

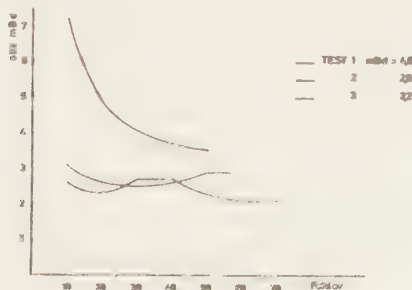


Abb. 9 (RI. Be., 26 a)

Test 1 zeigt eine sehr hohe mittlere Blockadedauer bei exponentiellem Kurvenverlauf. Test 2 und 3 spielen sich auf einem wesentlich niedrigerem Blockadeniveau ab, wobei der Verlauf unregelmäßig ist.

D i s k u s s i o n

Unsere Beobachtungen einer Initialblockade, die bei der ersten Versuchsreihe wegen des geringen Schwierigkeitsgrades des Versuches nur andeutungsweise in Erscheinung trat, waren in diesem Versuch wesentlich offensichtlicher. Die Alpha-Wellenblockade unmittelbar nach Beginn von Test 1 ist die längste. Wir bezeichnen sie deshalb als Initialblockade. Sie tritt bei geschlossenen Augen auf. Sie tritt nach Ableitung in Ruhe zunächst schon bei Anschalten des Tonbandes, was für den Probanden als Geräusch hörbar ist, auf. Sie tritt also noch vor dem Ertönen der ersten Zahlen auf, was besagt, daß der Proband zu diesem Zeitpunkt noch keine geistige Aufgabe zu erfüllen hat. Der Proband weiß, daß mit dem Anschalten des Tonbandes demnächst an ihn geistige Anforderungen gestellt werden. Er wendet also seine Aufmerksamkeit dem Kommenden zu, er konzentriert sich darauf, und das allein ruft eine Desynchronisation der Alpha-Tätigkeit hervor. JUNG (13) faßt die Aufmerksamkeit als Suchlicht für die bewußte Sinneswahrnehmung auf. Die Initialblockade ist bei Test 1 am längsten, da etwas völlig Unbekanntes auf die Versuchsperson zukommt. Bei Test 2 und 3 ist ihm zumindestens das Prinzip klar, so daß im Test 2 die Initialblockade verkürzt ist und bei Test 3 ist sie fast völlig verschwunden. Die Dauer der Blockade läßt nach Wiederholen der ersten Zahlen, d.h. wenn die Aufgabe erfaßt ist, nach. Die Dauer der Initialblockade ist typmäßig sehr unterschiedlich lang. Nach einiger Zeit der Alpha-Tätigkeit tritt erneut Desynchronisation auf, die jedoch kürzer ist als die vorangegangene. Die mittlere Blockadedauer verkürzt sich im Verlauf des Versuches. Wir können von einer eintretenden Gewöhnung sprechen. Das Phänomen der Gewöhnung ist auch Erklärung dafür, daß die mittlere Blockadedauer im allgemeinen von Test zu Test absinkt.

Wenn mit steigender geistiger Beanspruchung die Konzentration, die Aufmerksamkeitszuwendung verstärkt wäre, würde die mittlere Blockadedauer von Test zu Test steigen.

Die neuesten Untersuchungen von GREY WALTER und KORN-HUBER (14) 1966 bewiesen die Existenz eines sog. Bereitschaftspotentials. Es ist zu vermuten, daß die Initialblockade Ausdruck einer erhöhten Bereitschaft ist, die im Laufe der Zeit, bei zunehmender Gewöhnung an die Untersuchungssituation nachläßt. Die Zeitdauer der Initialblockade stimmt mit der Zeit überein, in der die Bereitschaftspotentiale nachgewiesen werden können.

Arbeiten aus der MAGOUN'schen Schule (16, 17, 21), die sich zur Aufgabe setzten, das Zusammenspiel zwischen äußeren Sinnesreizen und künstlicher Reizung des retikulären Systemes zu studieren, prägten zum ersten Mal den Begriff der "Gewöhnung". Mit dauernd implantierten Elektroden im Nucleus trochlearis wurden Erregungen vom auditorischen System (nach Reizung durch Lautsignale bestimmter Frequenzen) abgeleitet. Nach einer bestimmten Reizdauer hörte die Reizbeantwortung im Kern auf. Eine synaptische Ermüdung war ausgeschlossen, denn eine Veränderung der Reizfrequenz ließ die Potentialveränderungen im Kerngebiet wieder erscheinen. Dieses Phänomen wurde als "Gewöhnung" bezeichnet. Zum Erklären des erheblichen Absinkens der Blockadedauer dürfte der Begriff der Gewöhnung und des Nachlassens der Bereitschaft nicht genügen. Dazu ist das Absinken der mittleren Blockadedauer von Test 1 bis Test 3 zu stark. Man muß wohl auch an eine Erschöpfung denken. Zu welcher Zeit im Ablauf des Versuches (der aus Test 1, 2 und 3 besteht) die Gewöhnung in eine Erschöpfung übergeht, ist nicht festzustellen. Zu Ende des Versuches, also bei Test 3, fühlt sich der Proband durch die geistige Aufgabe überfordert und macht massen-

laßt Fehler. Die anhaltend sehr niedrige Blockadedauer ist überwiegend Ausdruck einer Erschöpfung.

Während wir keine feste Korrelation zwischen Fehler und Änderung der Alpha-Aktivität aufstellen konnten, glaubt GLASS (10) bei Versuchen mit Kopfrechnen durch Erstellen einer Potentialschwankungsrate (r.c.p. = rate of change of potential) einen Zusammenhang feststellen zu können. Seiner Ansicht nach geht ein Fehler im Kopfrechnen mit hoher r.c.p. einher; eine lange Latenzzeit bis zur Antwort (auf die gestellte Rechenaufgabe) mit einem niedrigen r.c.p. GLASS hält es deshalb für möglich, daß Änderungen der r.c.p. im EEG und wechselseitiger Intensität der Alpha-Blockade Manifestation eines Wechsels der Wachsamkeitslage ist. So schlägt er als Hypothese vor, daß die Latenzzeit abhängig von der Frequenz des Alpha-Rhythmus ist, während die Zahl der Fehler mit Amplitudenänderungen in Zusammenhang stehen könnte.

Wir haben uns in unserem Versuch II nicht mit der Amplitudenänderung, sondern mit der vollständigen Alpha-Blockade beschäftigt. Wir stellten fest, daß mit abnehmender Blockadedauer die Fehlerzahl zunimmt. Die Aufmerksamkeit scheint nur in gewissen Bereichen zu schwanken. Die Versuchsperson wird immer zum Zählen gezwungen. 9 der 10 Versuchspersonen haben die Testserie bis zum Ende durchgehalten. 2 Versuchspersonen haben sich geweigert, Test 3 mitzumachen. Die Aufmerksamkeitsschwankungen sind zwar nicht meßbar, sie scheinen uns aber mit dem Absinken der Blockadedauer im Verhältnis 10 : 1 (Beginn: Ende der Mittelwertskurve Abb. 7) nicht in direkter Beziehung zu stehen.

Daher scheint es uns nötig, das Zusammenwirken mit anderen Faktoren heranzuziehen: 1. nachlassende Bereitschaft zur Reaktion, die sich reziprok zur zunehmenden Gewöhnung an die Situation verhält, und Gleichgültigkeit gegenüber den häufiger werdenden unvermeidlichen Fehlern, die die

überfordernde Versuchsanordnung mit sich bringt.

2. Ermüdung.

VOLAVKA et al. (25) haben das EEG beim Kopfrechnen mit einem Frequenzanalysator ausgewertet. Bei geöffneten Augen wird die Beta-Aktivität, wie alle Wellen anderer Frequenzbereiche, vermindert. Beim Kopfrechnen jedoch nimmt die Beta-Aktivität an Höhe zu und ihre Variabilität wird sehr gering. Das weist auf einen Unterschied zwischen Blockade der Alpha-Tätigkeit bei einfacher sensorischer Reizung und bei besonderer geistiger Tätigkeit, was ebenfalls den Zusammenhang mit einer Bereitschaftsreaktion stützen könnte.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Durch die erste Versuchsreihe war zu prüfen, ob ein akustischer Reiz eine Blockadereaktion herbeiführt. Ein einfacher akustischer Reiz führt nach unseren Versuchen zu keiner Blockade.
2. Ein akustischer Reiz führt zu einer Blockade, wenn er an einen anderen gekoppelt ist, oder für den Untersuchten eine besondere Bedeutung hat.
3. Die Alpha-Wellenreaktion auf akustische Reize stimmt nicht mit der auf visueller Reizung beruhenden Typeneinteilung des EEG überein. Es gibt keine Korrelation zwischen visueller und auditiver Blockade.
4. Wenn der akustische Reiz mit einer besonderen Bedingung gekoppelt wird, so führt er über die Foramtio reticularis zu einer Aktivierung der Hirnrinde. Diese so erzwungene Aufmerksamkeitszuwendung geht dann mit einer Alpha-Blockade einher.
5. Wenn die geistige Aufgabe ihren Neuigkeitswert verliert und keine besondere Aufmerksamkeit oder Bereitschaft erfordert, ist als Zeichen der Gewöhnung an die geistige Arbeit das Verschwinden der Alpha-Blockade zu beobachten, obwohl die Versuchsperson weiterhin ihre Aufgabe erfüllt. Der Leistungsabfall ist erst im Stadium der Erschöpfung zu beobachten.

6. Geistige Inanspruchnahme bzw. Aktivierung, in unseren Versuchen durch akustische Reize hervorgerufen, ist durch Blockade des Alpha-Rhythmus charakterisiert. Bei Gewöhnung geht die unspezifische Reaktion des Cortex, die Aktivierung, verloren.
7. Im EEG ist das Stadium der Gewöhnung nicht von dem der Erschöpfung abgrenzbar.

L I T E R A T U R

- 1 BREMER, F., Cerveau isolé et physiologie du sommeil. C.R. Soc. Biol., Paris, 1935, 118: 1235-1242
- 2 BREMER, F., Interaction de l' écorce cérébral
TERZUOLO, C., et de la formation reticulée du tronc
cérébral dans le mécanisme de
l' eveil et du maintien de l'activité
vigile. J. Physiol., Paris, 1953,
45: 56
- 3 DAVIS, H., Electrical reactions on the human
DAVIS, P.A., brain to auditory stimulation during
LOOMIS, A.L., sleep.
HARVEY, E.N., J. Neurophysiolog. 2, 1939, 500-514
HORBART, G.,
- 4 DAVIS, H., The slow reponse of the human cortex
MAST, T., to auditory stimuli: Recovery
YOSHIE, N., Process. Elektroenceph. clin. Neuro-
ZERLIN, S., physiolog. 1966, 21: 105-113
- 5 DAVIS, P.A., Effects of acoustic stimuli on the
waking human brain.
J. Neurophysiol. 2, 1939, 494-499
- 6 DUMERMUTH, G., Elektroencephalographie im Kindes-
alter, Thieme Verlag Stuttgart,
1965, 76
- 7 DURUP, G., Année psycholog. 36, 1935, 1
FESSARD, A., (Zitiert nach TRINCKER)
- 8 GASTAUT, Y., Lespointes négatives évoquées sur le
vertex. Leur signification
psychophysiologique et pathologique.
Rev. neurol. 89, 1953, 382-399
- 9 GASTAUT, H. u. Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 9,
Mitarbeiter 1957, 1
(Zitiert nach DUMERMUTH)
- 10 GLASS, A., Mental Arithmetic and Blocking of the
occipital Alpha Rhythm. Elektroenceph.
clin. Neurophysiol., 1964, 16:595-602

- 11 GLEES, P., Morphologie und Physiologie des Nervensystems.
Thieme Verlag, Stuttgart, 1957
- 12 GREY WALTER, W., Das lebende Gehirn,
Droemer'sche Verlagsanstalt, Knauer,
München/Zürich, 1963
- 13 JUNG, R., Correlation of bioelectrical and
anatomic phenomena with alterations of
consciousness and arousal in man.
In "Brainmechanism and Consciousness",
Blackwell Scient Publ. Oxford, 1954
- 14 KORNHUBER, H., Bereitschaftspotentiale und reafferente
Potentiale, Vortrag bei der 13. Jah-
res-Versammlung der Deutschen EEG-
Gesellschaft vom 27.-29. April 1967 in
München
- 15 KUGLER, J., Elektroencephalographie in Klinik
und Praxis, 2. Aufl.,
Thieme Verlag, Stuttgart, 1965
- 16 MAGOUN, H.W., Res. Publ. Ass. nerv. met. Dis.,
1952, 30: 480-492
(Zitiert nach TOWE)
- 17 MORUZZI, G., Elektroenceph. clin. Neurophysiol.,
MAGOUN, H.W., 1949, 1: 455-473
(Zitiert nach TOWE)
- 18 POPOV, C., Sem. d. Hôpit (Path. et Biol.), 15,
Ann. Rech. Med. 7, 1956
(Zitiert nach TRINCKER)
- 19 ROHRACHER, H., Die gehirnelektrischen Erscheinungen
bei Sinnesreizen, Zschr. Psychol.
Leipzig, 40, 1937, 274
- 20 ROHRACHER, H., Die gehirnelektrischen Erscheinungen
bei geistiger Arbeit, Zschr. Psychol.,
Leipzig, 136, 1935; 308
- 21 STARZL, T.E., J. Neurophysiol., 1951, 14: 461-477
MAGOUN, H.W., (Zitiert nach TOWE)
- 22 STEINBUCH, K., Automat und Mensch, Springer Verlag,
Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1963

- 23 TOWS, A.L., Elektrophysiology of the cerebral cortex: Consciousness. In Physiology and Biophysics of RUCH, Th. C., PATTON, H.D., Philadelphia/London, 1965, 22: 455-464
- 24 TRINCKER, D., Informationsspeicherung bei Lebewesen. In Kybernetik, Umschau Verlag, Frankfurt a.M., 1964, 41-56
- 25 VOLAVKA, J., Mental arithmetic and eye opening. MATOUŠEK, M., An EEG frequency analysis and GSR ROUBÍČEK, J., study. Elektroenceph. clin. Neurophysiol., 1967, 22: 174-176
- 26 WELLS, Ch.E., Formation of the temporary cerebral connections in normal and brain damaged subjects. WOLFF, H.G., Neurology, 194, 1960, 335-340.

Dem Leiter des EEG-Labors,
Herrn Priv.Do. Dr. Johann Kugler,
danke ich für die Überlassung des
Themas und für die Beratung während
der Durchführung der Versuche.
Außerdem möchte ich mich beim ge-
samten Personal des EEG-Labors,
insbesondere bei der EEG-Assistentin,
Fräulein Inge Frank, für die freund-
liche Unterstützung und die angenehme
Atmosphäre bedanken.

L E B E N S L A U F

Am 5. August 1942 wurde ich als Tochter des Facharztes für Neurologie und Psychatrie Dr. med. Dr. rer.nat. Heinrich Tewes und seiner Ehefrau Theresia, geb. Sobetzko, in Breslau geboren.

Von 1948 bis 1952 besuchte ich die Volksschule St. Nikola in Passau. 1952 trat ich in die Oberrealschule Passau ein, wo ich im Juli 1962 das Abitur ablegte. Während dieser Zeit besuchte ich ein Jahr lang das Mädchenrealgymnasium Niedernburg in Passau.

Im Winter-Semester 1962 immatrikulierte ich mich an der Universität München. Hier legte ich nach dem Winter-Semester 1964/65 das Physikum ab. Das Medizinstudium möchte ich nach dem Winter-Semester 1967/68 mit der ärztlichen Prüfung abschließen.

